

## AVIS D'EXPERTS

Mai.  
2024

# La rénovation performante des logements

Recommandations de l'ADEME pour  
répondre aux enjeux actuels

### Ce qu'il faut retenir

1. A l'échelle du logement, une rénovation énergie/carbone performante telle que définie dans le Code de la Construction modifié par Loi Climat & Résilience de 2021 consiste à **atteindre les seuils de consommation d'énergie et d'émissions GES des étiquettes A et B du DPE**. Cela requiert une approche globale et, dans la grande majorité des cas, la réalisation de travaux de grande ampleur sur le logement. Concrètement, pour atteindre un tel niveau de performance, il est nécessaire de traiter l'ensemble des **6 postes clés de rénovation<sup>1</sup>** d'un logement et leurs interfaces, de **planifier ces travaux en maximum 3 étapes, sur une durée limitée** (de l'ordre de 5 ans) et de réaliser ces travaux selon un ordonnancement précis (le traitement de l'enveloppe et la ventilation doivent être la priorité). En cas de travaux monogestes incontournables (liés à la panne d'un système de production de chauffage...), le choix du système et son dimensionnement doivent être finement étudiés pour être compatibles avec un traitement de l'enveloppe dans un second temps.
2. **Pour répondre aux objectifs climatiques à l'horizon 2050 (neutralité carbone, Stratégie Nationale Bas Carbone 2), le parc de logements devrait être constitué de 80 à 90% de logements atteignant les étiquettes A et B<sup>1</sup>, contre 6% aujourd'hui**. Le reste du parc devrait se classer en étiquette C sous réserve de l'utilisation d'une énergie décarbonée (c'est-à-dire être sous le seuil carbone de l'étiquette B). Cette part limitée de logements en C signifie que dès que la performance BBC-rénovation est possible, elle doit être atteinte, et que la cible du C doit être réservée aux logements qui présentent des incompatibilités techniques ou architecturales à l'isolation de l'enveloppe. Il s'agira donc aussi d'affiner progressivement les exemptions actuellement prévues dans la définition réglementaire d'une rénovation performante.
3. **Certains bâtiments sont parfois particulièrement complexes techniquement à isoler**. Pour ces bâtiments, l'atteinte des classes A ou B peut être simplifiée **en ayant recours massivement aux énergies renouvelables** les plus performantes (solaire, géothermie) **ainsi qu'aux réseaux de chaleur décarbonés**. Dans ces cas, les investissements dans des énergies renouvelables doivent être étudiés au cas par cas, en gardant à l'esprit l'objectif de ne compenser que les défauts d'isolation et d'étanchéité à l'air intraitables pour des raisons techniques ou patrimoniales.
4. La rénovation énergétique doit également être intégrée dans une **vision globale** des enjeux auxquels les logements sont confrontés. La rénovation performante requiert des travaux d'ampleur, elle est donc l'opportunité de mutualiser les coûts en embarquant d'autres enjeux liés à la pérennité du bâti, la dimension patrimoniale, la santé et sécurité des occupants (électricité, qualité de l'air intérieur...) ou d'autres enjeux environnementaux (réemploi, gestion de l'eau...). En particulier, l'adaptation au changement climatique (et notamment le confort d'été) doit dès maintenant être embarquée lors des rénovations. Pour cette raison, les diagnostics des logements doivent s'ouvrir à des sujets plus larges.

<sup>1</sup> Isolation des murs, des planchers bas, de la toiture, emplacement des menuiseries extérieures, ventilation, production de chauffage et d'eau chaude sanitaire.

<sup>2</sup> Cette estimation inclut les logements neufs. Ces proportions sont différentes de celles publiées dans *Transition(s) 2050, Choisir maintenant, Agir pour le climat*, dans la mesure où la définition de la rénovation BBC a évolué depuis la publication du rapport. Les seuils minimaux des étiquettes A et B ont été revus à la baisse.

5. Dans la grande majorité des cas (sauf pour les logements récents bien isolés et chauffés à l'électricité), **la rénovation performante est rentable sur le plan de l'impact carbone global**, les gains carbone en exploitation générés par la rénovation sur 50 ans étant plus importants que le carbone émis lors des travaux et contenu dans les produits, matériaux et équipements. Plus la rénovation énergétique est ambitieuse, plus le carbone total évité est important. L'isolation est le levier qui apporte le plus de gain carbone sur 50 ans, devant le changement de moyen de chauffage.
6. Les enjeux de l'accélération du marché de la rénovation performante ne sont pour l'essentiel pas techniques : à technologie actuelle, les connaissances existantes permettent de réaliser des rénovations performantes. Or en 2022, on ne recensait que 43 000 logements engagés dans une démarche de rénovation BBC. Ce chiffre est sans doute plus important si on considère les logements qui atteignent le niveau BBC sans demander la certification. Il est cependant à mettre en parallèle de la fourchette des 600 000 à 700 000 rénovations performantes annuelles nécessaires selon les scénarios prospectifs.
7. D'un point de vue économique, le développement du marché de la rénovation performante est à la fois un défi et une opportunité. **Le défi est double : d'une part, l'augmentation des volumes d'investissement, de l'autre, un recrutement d'ampleur dans les activités de rénovation.** L'investissement actuel dans la rénovation énergétique (de l'ordre de 20 milliards d'euros annuels) doit être réalloué à de la rénovation performante et doublé. En termes de ressources humaines, à 2030, le besoin supplémentaire de main d'œuvre dédiée aux travaux de rénovation énergétique performante des bâtiments s'établit entre 170 000 et 250 000 Equivalent Temps Plein (à comparer aux 230 000 ETP actuels employés sur la rénovation énergétique). Les besoins existent à tous les niveaux de la filière, de la conception jusqu'à la mise en œuvre puis l'exploitation. **Le développement de ce marché constitue une opportunité majeure** de relai de croissance pour les acteurs de la construction neuve (350 000 ETP actuellement).
8. Le développement du marché de la rénovation performante repose sur plusieurs actions clés :
  - **Le développement de la garantie de performance** : le modèle d'opérateurs ensemble en capacité de proposer une offre intégrant conception, travaux, ingénierie financière, financement et garantie de performance réelle doit être expérimenté puis déployé. Son développement passera par la définition d'un modèle de **contrat de rénovation globale** garantissant au ménage ou à la copropriété un prix, un délai et un engagement sur la performance énergétique réelle atteinte après travaux.
  - **Le développement d'un accompagnement des ménages couvrant l'ensemble des dimensions d'un projet de rénovation**, depuis la phase de réflexion en amont du projet jusqu'à la phase chantier et le contrôle post-travaux.
  - **La poursuite des efforts de formation.** Il convient de former désormais l'intégralité des compagnons qui mettent en œuvre les systèmes et matériaux sur chantier, en insistant sur la coordination des gestes de travaux et en massifiant la diffusion des programmes dédiés aux techniques d'isolation des matériaux dits anciens (pan de bois, pierre, terre...).
  - **Le renforcement du contrôle qualité des travaux** (proportion de chantiers contrôlés, contrôle sur chantier, interfaces...), notamment dans le cadre du dispositif RGE.
  - **Une adaptation de l'offre de financement aux coûts importants de la rénovation performante et à la diversité des situations économiques des ménages** (notamment pour aller vers un reste à charge nul pour les ménages les plus précaires). Le développement des Sociétés de Tiers Financement, qui proposent une offre intégrée cumulant les compétences techniques et financières, doit être encouragé. Les travaux permettant de faciliter le financement par les acteurs bancaires dans le cadre de la taxonomie des activités durables doivent être approfondis.
  - **Des politiques publiques permettant d'orienter la demande comme l'offre vers l'atteinte du plus haut niveau possible de performance.** La communication doit avoir pour but de créer un imaginaire positif autour de la rénovation performante, le dispositif d'information et de conseil France Renov doit évoluer pour, d'une part, prendre en compte des enjeux plus larges (adaptation au changement climatique, biodiversité<sup>1</sup>...), et, de l'autre, orienter les ménages vers la performance. De nombreuses obligations existantes nécessitent d'être mieux contrôlées. Une obligation de rénovation généralisée lors des mutations pourrait accélérer le développement de ce marché, mais nécessite d'être instruite dans toutes ses dimensions.
9. Les objectifs de massification ne pourront être atteints que via une **phase transitoire de montée en puissance des dispositifs et du nombre de professionnels qualifiés.** Planifier au mieux cette phase avec une ligne pluriannuelle claire (avec augmentation progressive de l'offre comme de la demande) et l'accompagnement des acteurs est nécessaire.

<sup>3</sup> Ne pas enfermer des chauves-souris sous une ITE, installer des nichoirs dans l'isolation, etc.

# 1. Contexte et enjeux

## 1.1. La rénovation des logements : la nécessaire intégration d'enjeux multiples

La rénovation des logements<sup>1</sup> répond à de **nombreux enjeux environnementaux et énergétiques**, parmi lesquels : les économies d'énergie (et donc les factures énergétiques des ménages), la réduction des émissions de gaz à effet de serre, la préservation des ressources (matériaux, énergie, sols...), la baisse des émissions de polluants atmosphériques, la qualité d'usage du logement ou encore la nécessité d'adapter nos consommations d'énergie à la capacité du système énergétique à produire une énergie à faible impact environnemental et à limiter les pics de consommation électrique.

La rénovation énergétique répond également à des **enjeux économiques, sociaux et de santé**. 79% des ménages restreignent leur consommation de chauffage pour des raisons financières (Médiateur national de l'énergie, 2023), en hausse de 10 points par rapport à 2022. Par ailleurs, l'exposition au froid, à une chaleur excessive ou une humidité trop importante, ou à une mauvaise qualité d'air intérieur a des impacts importants sur la santé, la sociabilité et l'état mental des occupants des logements. A titre d'exemple, la rénovation de l'ensemble des passoires énergétiques d'ici 2028 permettrait d'éviter des coûts de santé de près de 10 milliards d'euros par an (CGDD, 2022).

Par ailleurs, la rénovation doit intégrer l'enjeu de l'adaptation pour **rendre les logements plus résilients face aux impacts du changement climatique et préserver leur habitabilité**, c'est-à-dire leur capacité à protéger leurs occupants des conditions extérieures (notamment de la chaleur lors des canicules).

Enfin, **baisser la consommation d'énergie des logements est une solution de résilience collective comme individuelle**. Elle permet d'amortir l'impact des crises géopolitiques et les incertitudes sur le prix et l'approvisionnement en énergie tout en préservant un confort thermique acceptable.

Comment intégrer ces multiples enjeux et dimensions dans la rénovation ?

## 1.2. La nécessaire accélération de la rénovation énergétique et carbone

### 1.2.1. L'objectif : un parc majoritairement en classe A ou B à l'horizon 2050

Les logements consomment 30% de l'énergie finale française, ce qui représente 10% des émissions de gaz à effet de serre. Le rythme actuel de baisse de consommation d'énergie et de décarbonation des logements doit fortement accélérer pour atteindre les objectifs que la France s'est fixés pour respecter les Accords de Paris (HCC, 2023).

Sur le plan énergie et carbone, pour la France métropolitaine, la notion de performance d'une rénovation doit s'interpréter dans le contexte de l'atteinte des objectifs environnementaux de la France. **Il s'agit, tout en assurant un confort thermique en hiver comme en été, d'amener les logements à des niveaux de performance compatibles avec ces objectifs**. A savoir, pour l'énergie, la **Directive Européenne Efficacité Énergétique de 2023** (baisse d'environ 30% des consommations d'énergie finale de la France<sup>2</sup> en 2030 par rapport à 2012), et pour le carbone, l'objectif **Fit for 55** (réduction de 55% des émissions de l'Union Européenne en 2030 par rapport au niveau de 1990) et la **neutralité carbone** en 2050 (Loi Énergie Climat de 2019).

Historiquement, la prise de conscience du besoin de réduire notre consommation d'énergie a précédé celle de réduire nos émissions de gaz à effet de serre. Avec l'émergence des enjeux climatiques, la définition de la performance a évolué pour intégrer à la fois consommations d'énergie<sup>3</sup> et émissions de gaz à effet de serre en phase d'usage<sup>4</sup>. Cela explique l'adoption de la double métrique énergie-carbone

<sup>1</sup> Ce document ne traite pas des problématiques de sécurité et de structure des bâtiments qui doivent être un préalable avant toute rénovation énergétique

<sup>2</sup> Les contributions nationales à l'objectif européen sont à l'heure actuelle fournies à titre indicatif.

<sup>3</sup> Les consommations d'énergie considérées sont celles liées au chauffage, à la production d'eau chaude sanitaire, à l'éclairage, au rafraîchissement et aux auxiliaires de ventilation et de chauffage.

<sup>4</sup> C'est à dire sans prendre en compte les consommations d'énergie ou émissions de GES en amont, i.e. liées aux travaux, ou en aval, i.e. liée au traitement des déchets issus des bâtiments

dans des outils de politique publique tels que le Diagnostic de Performance Énergétique (DPE) ou le label BBC-rénovation.

**A l'échelle du logement, une rénovation énergie/carbone performante consiste à atteindre les seuils de consommation d'énergie et d'émissions carbone des étiquettes A et B du DPE**, comme défini dans le Code de la Construction modifié par la Loi Climat & Résilience de 2021<sup>5</sup>, associés aux exigences complémentaires de l'arrêté du 3 octobre 2023 définissant le label BBC-rénovation.

**A l'échelle du parc, en 2050, pour répondre aux objectifs climatiques, le parc de logements devrait être constitué de 80 à 90% de logements (résidences principales) atteignant les étiquettes A et B<sup>6</sup>.** Le reste du parc devrait se classer en étiquette C sous réserve de l'utilisation d'une énergie décarbonée (c'est-à-dire d'être sous le seuil carbone de l'étiquette B) (ADEME, 2024a). Cette part limitée de logements en C signifie que dès que la performance BBC-rénovation est possible, elle doit être atteinte, et que la cible du C doit être réservée aux logements qui présentent des incompatibilités techniques ou architecturales. A titre de comparaison, à l'heure actuelle, 6% des résidences principales françaises sont classées en étiquette A et B, 24% en étiquette C (SDES, 2023).

### Le Label BBC-Rénovation

Le label BBC Effinergie rénovation concerne les projets de rénovation de bâtiments résidentiels (maison individuelle en secteur diffus ou en lotissement, logements collectifs) ou non résidentiels (bureau, enseignement, commerce, hébergement, restauration, spectacle, sport, industrie, etc.). Ces bâtiments doivent être situés en France métropolitaine, et peuvent être sous maîtrise d'ouvrage publique ou privée.

Le label porte sur les éléments de l'étude thermique produite durant la phase de conception, ainsi que sur les contrôles et mesures réalisés à l'issue du chantier. Si les exigences du label sont respectées, il est octroyé à réception des travaux par l'organisme certificateur.

Pour l'obtention du label BBC Effinergie rénovation, le bâtiment ou la partie de bâtiment concerné devra obligatoirement répondre aux deux exigences cumulées suivantes :

- Valider les exigences de [l'arrêté du 3 octobre 2023 relatif au contenu et aux conditions d'attribution du label prévu à l'article R. 171-7 du code de la construction et de l'habitation](#). Notamment, en termes de performance énergétique, cet arrêté pose l'atteinte de la classe A ou B.
- Et valider les exigences complémentaires Effinergie (pour les bâtiments résidentiels : intégration des ponts thermiques, gestion des interfaces, contrôles et mesures sur les systèmes de ventilation, système d'automatisation et de régulation du bâtiment, commissionnement, biodiversité) (Effinergie, 2024).

<sup>5</sup> La loi Climat & Résilience introduit des exemptions à cette définition de base. L'article Article L111-1 dispose ainsi que : Rénovation énergétique performante : la rénovation énergétique d'un bâtiment ou d'une partie de bâtiment à usage d'habitation est dite performante lorsque des travaux, qui veillent à assurer des conditions satisfaisantes de renouvellement de l'air, permettent de respecter les conditions suivantes :

a) Le classement du bâtiment ou de la partie de bâtiment en classe A ou B au sens de l'article L. 173-1-1 ;

b) L'étude des six postes de travaux de rénovation énergétique suivants : l'isolation des murs, l'isolation des planchers bas, l'isolation de la toiture, le remplacement des menuiseries extérieures, la ventilation, la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire ainsi que les interfaces associées.

Toutefois, par exception, une rénovation énergétique est dite performante en application du premier ou de l'avant-dernier alinéa du présent 17° bis :

-pour les bâtiments qui, en raison de leurs contraintes techniques, architecturales ou patrimoniales ou de coûts manifestement disproportionnés par rapport à la valeur du bien, ne peuvent pas faire l'objet de travaux de rénovation énergétique permettant d'atteindre un niveau de performance au moins égal à celui de la classe B, lorsque les travaux permettent un gain d'au moins deux classes au sens de l'article L. 173-1-1 et que les six postes de travaux précités ont été traités ;

-pour les bâtiments de classe F ou G avant travaux au sens du même article L. 173-1-1, lorsqu'ils atteignent au moins la classe C après travaux et que les six postes de travaux précités ont été étudiés.

Une rénovation énergétique performante est qualifiée de globale lorsqu'elle est réalisée dans un délai maximal ne pouvant être fixé à moins de dix-huit mois pour les bâtiments ou parties de bâtiment à usage d'habitation ne comprenant qu'un seul logement ou à moins de vingt-quatre mois pour les autres bâtiments ou parties de bâtiment à usage d'habitation et lorsque les six postes de travaux précités ont été traités.

<sup>6</sup> Cette estimation inclut les logements neufs. Ces proportions sont différentes de celles publiées dans *Transition(s) 2050, Choisir maintenant, Agir pour le climat*, dans la mesure où la définition de la rénovation BBC a évolué depuis la publication du rapport. Les seuils minimaux des étiquettes A et B ont été revus à la baisse.

## 1.2.2. Une dynamique de rénovation performante à amplifier

La polysémie du terme “rénovation énergétique”, qui peut recouvrir des réalités aussi différentes que la réalisation d’un geste (changement de fenêtre, de chaudière...) à la rénovation complète du logement, rend difficile le suivi du marché. A titre d’exemple, l’Observatoire national de la rénovation énergétique documente des logements sur lesquels des gestes de rénovation ont été effectués, ce qui est différent d’une rénovation performante (ONRE, 2023). 64 200 rénovations ont été financées via le dispositif MaPrimeRenov Sérénité ou Copropriété en 2022 et en 2023 (Anah, 2022, 2023). Il ne s’agit cependant pas nécessairement de rénovation performante (le gain énergétique nécessaire d’au moins 35% ne garantissant pas l’atteinte d’un niveau BBC).

Le chiffre qui s’approche le plus des rénovations performantes est celui de l’Observatoire BBC d’Effinergie, association portant le label BBC-Rénovation. En 2022, il recensait **43 000 logements engagés dans une démarche de rénovation BBC**. Ce chiffre est sans doute plus important si on considère les logements qui atteignent le niveau BBC sans demander la certification. **Il est cependant à mettre en parallèle de la fourchette des 600 000 à 700 000 rénovations performantes annuelles nécessaires selon les scénarios prospectifs.**

Si elle est bien engagée chez les bailleurs sociaux (qui représentent 95% des rénovations BBC), **la dynamique est en revanche embryonnaire sur l’habitat privé**. Seules 8 000 maisons individuelles et 12 411 logements en copropriétés (sur les 27 millions de résidences principales construites avant la Réglementation Thermique 2012) ont obtenus le label BBC-rénovation (Observatoire BBC).

Or, entre 70% et 90% des logements de 2050 sont déjà construits<sup>7</sup>. Par conséquent, il est donc nécessaire d’accélérer significativement la rénovation performante des logements.

Comment accélérer la rénovation performante des logements pour atteindre les objectifs 2050 ?

## 2. Les clés de la réussite

### 2.1. Isoler en priorité, puis décarboner la production de chaleur

Pour atteindre la performance, il est nécessaire de jouer sur deux leviers : le traitement de l’enveloppe du bâtiment en priorité et la décarbonation des usages thermiques (chauffage et eau chaude sanitaire).

#### 2.1.1. Le traitement de l’enveloppe et de la ventilation : une priorité

Le traitement de l’enveloppe du logement (murs, toitures, planchers bas, ponts thermiques), de son étanchéité à l’air et le changement des menuiseries ont de nombreux avantages :

- Bien réalisés et en minimisant le nombre d’étapes de travaux, ce sont des travaux incontournables pour atteindre les étiquettes A et B et pour **réduire la facture énergétique à long terme, et donc la précarité énergétique**.
- Cela permet de réduire le besoin de chauffage et donc d’installer **des équipements thermiques de moindre puissance, donc moins coûteux**.
- **Cela rend les logements plus confortables et moins sensibles à la température extérieure en été comme en hiver**. Cela limite ainsi la thermosensibilité de la consommation d’énergie pour le chauffage et les risques liés aux pics de consommation sur le réseau électrique. Cela concourt à la flexibilité de la demande électrique. En effet, il est plus aisé de décaler les consommations de chauffage d’un bâtiment bien isolé : sa température intérieure ne chutera pas rapidement et le confort de ses occupants sera préservé.

<sup>7</sup> Estimations issues des scénarios Transition(s) 2050 : le volume de construction neuve varie d’un scénario à l’autre selon notre capacité à mobiliser le parc existant (logements ou bureaux vacants, résidences secondaires...) pour répondre à notre besoin de logements.

**Le traitement de l'enveloppe doit impérativement être associé à la mise en place d'une ventilation efficace pour le logement.** Le rôle de cette dernière est multiple : apporter de l'air neuf ; évacuer les polluants, le CO<sub>2</sub> et l'humidité afin de garantir un air sain pour le confort et la santé des usagers ; préserver le bâti des dégradations liées à des excès d'humidité (pathologies et/ou pertes de performance) ; et enfin limiter les déperditions thermiques liées au renouvellement d'air.

### Matériaux biosourcés et rénovation

L'isolation thermique par des matériaux biosourcés est souvent pertinente pour traiter des bâtiments construits avec des matériaux anciens (pierre, terre, pans de bois...). En effet, associés par exemple à un frein-vapeur, ils permettent de réguler le transfert d'humidité et de limiter les risques d'accumulation d'eau pouvant dégrader les parois.

En termes de confort d'été, quel que soit l'isolant utilisé (biosourcé ou non), le critère de choix doit d'abord porter sur sa résistance thermique afin de s'opposer au passage de la chaleur. Les isolants les plus denses (comme c'est le cas pour certains isolants biosourcés) améliorent la capacité de déphasage des parois<sup>8</sup>, néanmoins cet effet est de second ordre par rapport à la résistance thermique de l'isolant.

Enfin, une rénovation est une excellente occasion pour stocker du carbone en favorisant l'utilisation de matériaux bois (menuiseries, bardages, aménagements intérieurs...).

### 2.1.2. La décarbonation des usages thermiques : condition nécessaire mais non suffisante<sup>9</sup>

La décarbonation des usages thermiques des logements repose **sur le changement des équipements utilisant des énergies carbonées** (chaudières fioul et gaz d'origine fossile) **vers des énergies moins carbonées et sur le développement des énergies renouvelables dans les réseaux.** Il s'agit de basculer vers des pompes à chaleur géothermiques (eau-eau), aérothermiques (air-eau ou air-air), du solaire thermique, des appareils bois bûche ou granulé bois, du gaz renouvelable issu de la méthanisation, des réseaux de chaleur alimentés par des énergies renouvelables ou de récupération, ainsi qu'une électricité issue d'énergies renouvelables tel que l'éolien ou le photovoltaïque.

**La capacité de production d'énergie décarbonée est limitée, et pour cette raison, la baisse de la consommation d'énergie des bâtiments est un préalable indispensable à la décarbonation des vecteurs.** Par exemple, l'usage du bois pour l'énergie doit se faire en complémentarité avec ses autres usages (matériaux de construction, isolants, chimie verte, etc.), la capacité de production de biogaz dépend de la disponibilité des ressources primaires (ex : les produits et sous-produits de l'agriculture pour la méthanisation) et des besoins dans d'autres secteurs (industrie, transport...), et celle d'électricité dépend des capacités de développement des énergies renouvelables et/ou du nucléaire (ADEME, 2021a).

Certains logements collectifs en chauffage gaz individuel ont à l'heure actuelle peu d'alternatives au gaz. **Il est possible qu'ils conservent leur mode de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire, à condition que le gaz qui les alimente soit décarboné, et que leur consommation globale soit limitée pour ne pas aller au-delà des ressources en biogaz (qui doit être prioritairement attribué aux secteurs industriels et à la mobilité).** Cela implique, d'une part, de diminuer la part totale des logements chauffés au gaz et, de l'autre, que les logements chauffés au gaz (pour lesquels aucune alternative énergétique n'existe) soient rénovés de la manière la plus performante possible, pour réduire au maximum leur consommation.

**Les pompes à chaleur (PAC air-eau et air-air) ont un rôle clé à jouer mais, comme tout autre équipement thermique et notamment ceux fonctionnant à basse température, elles doivent être combinées avec une isolation.** En maison individuelle, le niveau d'isolation de la maison joue sur la performance des PAC. Des études en laboratoire semi-virtuel sur des PAC air-eau ont permis de démontrer, que, pour une PAC bien dimensionnée, installée et réglée, le Coefficient de Performance (COP) peut rester autour de 3 en

<sup>8</sup> Le déphasage fait référence au temps que met la chaleur pour traverser un matériau

<sup>9</sup> Voir également Avis d'experts ADEME « Décarboner le chauffage : quelle place pour les pompes à chaleur ? Décarboner les consommations d'énergie en phase d'usage des logements pour atteindre nos objectifs 2030 et 2050 »

moyenne annuelle et ce même dans une maison mal isolée et dans des climats du Nord de la France (ADEME, 2024b). Des instrumentations en conditions réelles sont en cours pour pouvoir valider ces résultats. Cependant, l'évolution de la performance des PAC suite à l'amélioration de l'enveloppe d'une maison (i.e. leur capacité de maintenir leur COP annuel malgré des plages de modulation importantes) reste encore un point sur lequel des recherches et innovations sont nécessaires. Aussi, des travaux sont encore indispensables pour objectiver les performances des PAC suite à une isolation tant sur leur durée de vie que sur leur COP. En logements collectifs, la baisse des besoins thermiques du bâtiment permise par l'isolation est d'autant plus nécessaire pour diminuer les régimes de températures dans les émetteurs (radiateurs) et donc leur taille, réduire les puissances en jeu, l'encombrement, les nuisances acoustiques, et permettre l'installation d'énergies renouvelables (Pouget Consultants, 2023a).

**La substitution d'une chaudière gaz ou fossile par des PAC (sans isolation du logement) reste donc un geste de travaux sensible qui doit faire l'objet de conseils et d'un accompagnement du ménage.** Le remplacement d'un chauffage fossile par une pompe à chaleur sans procéder à l'isolation préalable du bâtiment induit certes une baisse rapide des émissions de carbone nécessaire à l'atteinte des objectifs 2030, mais conduit à un surdimensionnement de la pompe à chaleur, donc à un surcoût. De plus, la substitution d'énergies fossiles par des PAC sans isolation aura un impact sur la pointe électrique hivernale. A ce titre, **l'hybridation d'un système**, qui consiste à associer deux équipements dont l'un peut être déjà installé (ex : pompe à chaleur et poêle à bois, pompe à chaleur et chaudière gaz existante...), **peut être pertinente lorsqu'il n'est pas possible de procéder à court terme à une rénovation performante.** Les deux systèmes fonctionneront un temps, puis, lorsque l'isolation du logement sera complétée, il sera alors possible de retirer un équipement (ex : la chaudière gaz, les convecteurs électriques d'appoint).

Du fait de leur rôle central dans la transition, il est également nécessaire de **sécuriser la stratégie de déploiement des PAC (eau-eau, air-eau et air-air) dans le logement**, et ce d'autant plus qu'il s'agit d'un équipement dont les ventes se développent rapidement (en particulier les PAC air-air, qui ont atteint les 900 000 unités vendues en 2023, contre 300 000 pour les PAC air-eau et 3 500 pour les PAC géothermiques) (Uniclima, 2024).

- Tout d'abord, continuer à documenter les performances réelles des PAC pour mieux comprendre leurs conditions optimales de déploiement (et stabiliser un protocole d'instrumentation sur la performance réelle des PAC air-air).
- Ensuite, privilégier les systèmes les plus efficaces sur le plan énergétique, notamment en massifiant le recours aux PAC géothermiques.
- Enfin, soutenir l'industrialisation pour assurer un approvisionnement de machines françaises ou européennes.

Par ailleurs, **la transition vers des PAC utilisant des fluides frigorigènes à faible Pouvoir de Réchauffement Global (PRG) doit s'accélérer**, ceux-ci représentant une part non négligeable de l'empreinte carbone de la rénovation.

Le chauffage électrique via convecteur à effet joule est très peu efficace et responsable d'une partie de la pointe électrique en hiver. D'après les travaux de RTE, **la condition pour limiter les appels de puissance associés** (et donc de limiter l'impact carbone de l'électricité) **est de supprimer une partie du chauffage à effet Joule dans les logements** (RTE, 2023). Il n'est par ailleurs pas compatible avec l'atteinte des étiquettes A et B du DPE. Dans les maisons individuelles actuellement chauffées par des convecteurs effet Joule, et donc non pourvues de réseau d'eau pour le chauffage, la PAC air-air est une alternative plus performante que le Joule. Son usage doit cependant être limité en été pour ne pas contribuer aux îlots de chaleur urbain.

## L'impact carbone de la rénovation énergétique

La question de l'impact carbone de la rénovation est un enjeu émergent pour lequel **les données et méthodologies utilisées doivent encore être consolidées** (Cerema, 2023). L'impact carbone d'une rénovation dépend fortement de la nature et de l'importance des travaux réalisés mais aussi de la situation énergétique et de l'énergie de départ pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire, et enfin de la localisation géographique et des performances atteintes après travaux.

Les connaissances actuelles permettraient néanmoins de conclure que (Pouget Consultants, 2023b) :

- **Dans la grande majorité des cas, la rénovation est rentable sur le plan du carbone** : les gains carbone en exploitation générés par la rénovation sur 50 ans<sup>10</sup> sont plus importants que le carbone émis lors des travaux. **Plus la rénovation énergétique est ambitieuse, plus le carbone total évité est important.**
- **L'isolation est le geste qui apporte le plus de gains carbone**, la variabilité liée à la nature de l'isolant est faible.
- Le changement des menuiseries présente un impact carbone plus élevé que celui des isolants, la variabilité due à la nature des menuiseries (bois, PVC, aluminium ou mixte) est faible car le vitrage est le principal contributeur carbone de l'élément.
- A performance thermique égale, l'utilisation d'isolant biosourcés peu transformés et issus de coproduits agricoles ou sylvicoles (paille, chanvre, cellulose, bois) et de menuiseries en bois sont des solutions à privilégier d'un point de vue carbone.
- Pour des logements assez bien isolés (notamment ceux construits sous la RT2012) et chauffés à l'électricité, la rénovation énergétique présente peu d'intérêt sur le plan carbone car elle peinerait à rentabiliser le poids carbone du changement équipement seul.
- Le changement d'équipement du fossile (fioul, gaz de réseau) à des énergies renouvelables ou moins carbonées présente un bon retour sur investissement carbone. Les PAC ont un temps de retour carbone plus important que le traitement de l'enveloppe du fait notamment de l'impact des fluides frigorigènes. Un équipement de chauffage a cependant une durée de vie plus courte qu'une isolation, il faut le changer plus souvent, ce qui implique de réengager régulièrement des dépenses carbonées notamment liées aux fluides frigorigènes. Ainsi, **sur une durée de vie de 50 ans, le traitement de l'enveloppe reste le geste le plus économe en carbone.**
- **Pour un niveau de performance atteint identique, le poids carbone d'une rénovation peut varier de façon importante en fonction de celui des matériaux et équipements utilisés notamment pour les travaux induits et connexes (mise aux normes, peinture, équipements sanitaires...).** Aussi, il est possible de diminuer le poids carbone d'une rénovation, en privilégiant la sobriété en matériaux, les matériaux peu carbonés ou qui permettent de le stocker (enduits, bardages bois...) et le réemploi.

## 2.2. Adapter la stratégie de rénovation performante du parc à chaque typologie de logements

### 2.2.1. Maisons individuelles : des résultats au rendez-vous

Le suivi et l'instrumentation de 106 maisons individuelles rénovées au niveau BBC dans le cadre du projet Perf in Mind confirment qu'**il est possible, à technologie actuelle, de réaliser des rénovations performantes de maisons individuelles** (Enertech, 2021) :

- **La très grande majorité des rénovations ont respecté l'objectif énergétique BBC visé. Les ménages sont très satisfaits de la rénovation, de leurs factures après travaux et du confort (en hiver comme en été).**

<sup>10</sup> Durée de vie conventionnelle classiquement utilisée dans les calculs d'Analyse de Cycle de Vie dans le secteur du bâtiment

- La **qualité de l'air intérieur** est globalement bonne, voire très bonne.

**On ne constate pas d'effet rebond.** Grâce au confort obtenu du fait de la qualité de l'enveloppe, les températures de consigne et donc les consommations restent contenues, c'est la conséquence de la rénovation de l'ensemble des postes, la qualité des travaux et la performance de l'enveloppe (absence d'effet de paroi froide et de courants d'air). En effet, toute contre-performance sur l'enveloppe et/ou les systèmes peut dégrader le niveau de consommation cible et augmenter l'importance du comportement de l'utilisateur sur l'atteinte de la performance (c'est l'une des causes de l'effet rebond).

L'étude souligne aussi **l'importance de l'accompagnement des ménages**, déterminante à la fois pour engager la décision de travaux et assurer la performance.

## 2.2.2. Logements collectifs : améliorer la conception et la réalisation des travaux

Les campagnes de mesures (Rénovons collectif & al, 2023) portant sur les performances énergétiques de logements collectifs rénovés montrent qu'on sait, à technique actuelle, les rénover à un niveau de consommation et d'émission carbone permettant d'atteindre les classes A ou B du DPE.

Les mesures mettent également en lumière le fait que malgré des gains importants par rapport à l'état initial, l'objectif n'est pas toujours atteint dans la réalité. En effet, **certains sujets techniques récurrents concernant la qualité des travaux et la mise au point des installations techniques restent à améliorer.** C'est notamment le cas de **l'isolation de l'intégralité des parois, du traitement des ponts thermiques** (y compris structurels) **ou encore de l'optimisation de la production et distribution de chauffage.** Les mesures illustrent aussi l'importance de la régulation, en mettant en évidence la différence de consommation entre des logements sans régulation, des logements pourvus des robinets thermostatiques, et enfin des logements équipés **de thermostats** permettant une meilleure maîtrise des températures par les occupants. Enfin, il est nécessaire de traiter **l'eau chaude sanitaire collective** dont les consommations (du fait du **bouclage**) peuvent excéder celles du chauffage.

**La décarbonation des usages thermiques dans les logements collectifs chauffés individuellement au gaz génère des contraintes importantes de distribution de la chaleur**, avec la création de réseaux d'eau chaude circulant dans le bâtiment pour distribuer chauffage et eau chaude sanitaire. Les consommations de bouclage pouvant être supérieures aux consommations de chauffage d'un bâtiment isolé, le passage d'une production d'eau chaude sanitaire individuelle à une production centralisée doit être étudié au cas par cas, **des systèmes hybrides sont aussi envisageables** (par exemple chauffage collectif et eau chaude individuelle). D'autre part, dans de nombreux logements collectifs exigües, le bruit généré par les PAC est un enjeu majeur, difficilement surmontable

Enfin, en copropriété, **les enjeux de prise de décision collective** s'entrecroisent avec les enjeux techniques, notamment sur l'articulation entre travaux en parties privatives et en parties communes.

## 2.2.3. Le bâti ancien et/ou patrimonial : différencier les situations

Certaines catégories de bâti doivent faire l'objet d'une attention particulière :

- **Les bâtiments construits avec des matériaux nécessitant des précautions particulières pour l'isolation** (terre crue, pans de bois, torchis, pierre...). Ces typologies représentent environ 11 millions de logements ([d'après la typologie du parc établie par le programme PROFEEL](#)), soit un tiers du parc de logements. Il n'est donc pas envisageable de ne pas les rénover de façon performante. L'enjeu principal sur cette typologie de bâti est de **garantir la pérennité du bâti et d'éviter les sinistres**, ce qui implique une formation adéquate des concepteurs et entreprises de travaux, l'utilisation de matériaux adaptés, et des coûts de rénovation plus élevés. L'isolation par l'intérieur est une solution pour ces bâtiments mais il ne faut pas exclure systématiquement l'isolation par l'extérieur avec des matériaux capillaires et ouverts à la vapeur d'eau. Un certain nombre de ces bâtiments ont été recouverts d'un enduit non ou peu capillaire (enduits ciments) et l'isolation par l'extérieur pourrait permettre de coupler préservation du bâti et amélioration

thermique. Le soutien à l'innovation doit se poursuivre pour mettre sur le marché des solutions techniques (y compris d'isolation par l'extérieur) adaptées à chaque situation.

- **Les bâtiments classés ou inscrits au titre des Monuments historiques ainsi que ceux disposant du label Architecture contemporaine remarquable** représentent autour de 200 000 bâtiments (selon la base de données Mérimée). Leur rénovation n'est pas prioritaire pour l'atteinte des objectifs environnementaux de la France même si l'expérimentation Effinergie patrimoine a montré qu'il est possible de réduire drastiquement leur consommation d'énergie pour atteindre des niveaux proches du BBC rénovation. Le raccordement à des réseaux de chaleur (lorsque disponibles), chaudières bois et/ou l'isolation partielle (ex : toiture...) font partie des solutions les plus adéquates.
- **Les bâtiments localisés dans les périmètres de protection patrimoniale (abords des monuments historiques, sites patrimoniaux remarquables (SPR)) mais n'entrant pas dans les deux catégories précédentes.** Leur nombre n'est pas connu avec précision à l'heure actuelle, mais à titre indicatif, on estime que sur les 11,6 millions de logements français localisés dans un périmètre de protection patrimoniale, la moitié a été construite après 1948 (SDES, 2024). Pour ces derniers, l'enjeu principal n'est pas technique : il relève plutôt d'un nécessaire travail de concertation avec les Architectes des Bâtiments de France, les collectivités territoriales et le Ministère de la Culture afin de **concilier préservation de l'architecture, baisse des consommations d'énergie** (isolation par l'extérieur...) **et adaptation aux nouvelles conditions climatiques** (intégration de protections solaires...). L'échelle régionale semble la plus adaptée car elle est positionnée à l'interface entre la riche variété du bâti et l'établissement d'une politique de rénovation d'envergure. Par ailleurs, la systématisation du diagnostic patrimonial, de même que l'incitation à un travail concerté entre architectes et bureaux d'études sont des briques essentielles pour la rénovation de ce bâti.

#### L'intégration des énergies renouvelables pour compenser la difficulté d'isoler certains bâtiments

Certains bâtiments parmi les trois catégories précédentes sont parfois particulièrement complexes techniquement à isoler. Pour ces bâtiments l'atteinte des classes A ou B peut être simplifiée en ayant recours massivement aux énergies renouvelables les plus performantes. Par exemple, la mise en place d'une PAC géothermique permet de gagner 1 à 3 points de COP par rapport à des systèmes aérothermiques. De même, l'installation de panneaux photovoltaïques - dont la production autoconsommée vient en déduction de la consommation d'énergie finale - peut améliorer sensiblement le classement DPE. Dans ces deux cas, ces investissements dans des énergies renouvelables doivent être étudiés au cas par cas, en gardant à l'esprit l'objectif de ne compenser que les défauts d'isolation et d'étanchéité à l'air intractables pour des raisons techniques ou patrimoniales.

### 2.3. Ordonner les travaux et limiter le nombre d'étapes

L'atteinte de l'étiquette A, B (voire C) du DPE requiert une approche globale et la réalisation de travaux de grande ampleur sur le logement. Concrètement, il s'agit de :

- **Limiter le nombre d'étapes de travaux à 3 maximum sur une durée limitée (de l'ordre de 5 ans)** en privilégiant la réduction des besoins par le traitement de l'enveloppe puis par l'installation de systèmes efficaces à partir d'énergies renouvelables (cf encadré infra).
- **Traiter intégralement l'ensemble des 6 postes clés de rénovation d'un logement<sup>11</sup>**, les interfaces (jonctions physiques entre ces postes de travaux assurant l'étanchéité à l'air et la continuité de l'isolation) et installer un système de ventilation mécanique, et ce, afin de ne pas générer des ponts thermiques, et de traiter l'étanchéité à l'air.
- **Réaliser ces travaux selon un ordonnancement précis.**

<sup>11</sup> Isolation des murs, des planchers bas, de la toiture, emplacement des menuiseries extérieures, ventilation, production de chauffage et d'eau chaude sanitaire.

Dans le cadre de rénovations réalisées par étapes non coordonnées, les dernières étapes ne seront probablement pas réalisées car elles nécessiteraient de reprendre le traitement d'interfaces, d'interactions, ou encore de réisoler des parties de bâtiments qui ne l'auraient pas été suffisamment. Ces bâtiments se retrouveront dans des **impasses de rénovation**, le coût de la dernière étape étant prohibitif, **elle ne sera pas réalisée et l'unique solution de baisse des consommations énergétiques du ménage passera par la dégradation du confort d'hiver et d'été**. Si la rénovation performante par étapes est envisageable (sous conditions), le projet de rénovation doit être intégré dans une démarche globale pour éviter ces impasses de rénovation. L'ensemble des travaux doit être pensé dans le cadre d'une feuille de route complète, permettant de décrire l'objectif visé à terme, et les différentes étapes réalistes/pertinentes permettant de l'atteindre. Notamment, en cas de travaux monogestes incontournables (liés à la panne d'un système de production de chauffage...), le choix du système et son dimensionnement doivent être finement étudiés pour être compatibles avec un traitement de l'enveloppe dans un second temps (ADEME, 2022a).

### L'ordonnancement de la rénovation : cas concrets

L'atteinte du niveau BBC Rénovation ne peut être obtenue sans un traitement des interfaces entre lots de travaux (et donc des ponts thermiques et de l'étanchéité à l'air). Pour cette raison, la rénovation « BBC par étapes » n'est cohérente qu'avec un regroupement des lots de travaux pour traiter au mieux les interfaces entre ces derniers. La première étape de travaux est la base du projet. Elle doit prioriser les lots qui, non réalisés conjointement, hypothéqueraient la capacité du logement à atteindre le niveau BBC, et, qui, d'autre part, diminuent les risques de pathologie. Cela conduit en général à prioriser les lots qui ont trait à l'enveloppe et à la ventilation.

Par exemple, en maison individuelle, le report de certains postes à une seconde ou une troisième étape de travaux, ou leur réalisation non conjointe, peut avoir un impact important sur la consommation finale du logement. **C'est principalement le cas pour l'isolation des murs ou le remplacement de menuiseries (traiter ces deux postes séparément peut conduire à une augmentation de 20 à 100% des besoins de chauffage du logement en fin de parcours de rénovation par rapport à un logement rénové « dans le bon ordre »**, et, dans une moindre mesure, de l'isolation des toitures (qui mène à une différence de 8 à 15% de besoin de chauffage). A l'inverse, reporter l'isolation des planchers bas sur cave ou local non chauffé ou le remplacement du système de chauffage n'impacte pas la consommation finale. On peut donc imaginer procéder à ces travaux dans un second temps (ADEME, 2021b).

#### *Exemple 1 : Pavillon de la reconstruction (1948-1974) de 80m<sup>2</sup> situé dans le Doubs <sup>12</sup>*

Caractéristiques du bâti : construction massive (grande majorité) en pierre moellon, en parpaing, en brique pleine ou creuse, généralement avec enduit. Taux de vitrage faible à moyen. Toiture double pente, combles, toiture terrasse (rare). Sur terre-plein ou sur cave. Sur rez-de-chaussée non chauffé.

Situation initiale : sans isolation thermique chauffé au fioul, menuiseries bois simple vitrage, chauffage fioul individuel.



<sup>12</sup> Les exemples suivants sont simulés à partir de l'outil <https://www.bbc-par-etapes.fr/>

La première étape de rénovation permet de passer l'étiquette énergie G du DPE à l'étiquette B (tout en réduisant les émissions carbone de plus de moitié). La seconde étape permet d'atteindre l'étiquette énergie B et un niveau résiduel d'émissions carbone<sup>13</sup>.



### RECOMMANDATIONS DE TRAVAUX PAR ETAPE

Etape 1 :

- Isolation Thermique des murs par l'Extérieur avec un isolant d'une résistance thermique supérieure à 4,4 m².K/W
- Isolation des comble perdus avec un isolant en vrac ou en rouleau de résistance thermique supérieure à 8,5 m².K/W
- Changement des menuiseries pour un double vitrage d'Uw inférieur à 1,3 W/(m².K) et Mis' en œuvre d'une protection solaire pour les orientations Est, Ouest et Sud
- Installation d'une VMC Hygro réglable

Etape 2 :

- PAC Double Service  $\eta_s \geq 111\%$  (moyenne et haute température)  $\eta_s \geq 126\%$  (basse température) produisant l'eau chaude et le chauffage. Emission par les émetteurs muraux existants (après vérification de leur dimensionnement) et pose de robinet thermostatique avec variation temporelle inférieure à 0,3 K

Lots non traités : isolation du plancher bas

### INTERACTIONS A TRAITER

Lots concernés	Risques	Traitements à prévoir
<b>Etape 1</b>		
Mur / Menuiseries	Pont thermique & étanchéité à l'air	Au niveau de la menuiserie, prévoir un retour d'isolant ( $R > 0,4 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ ) pour traiter le pont thermique (linteau, tableau & appui'. Assurer l'étanchéité à l'air entre la nouvelle menuiserie et le mur.
Plancher Haut	Pont thermique & étanchéité à l'air	En présence d'une trappe d'étanchéité, isoler la trappe et s'assurer de l'étanchéité à l'air de la jonction de la trappe avec le plancher.
	Etanchéité à l'air	Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations y compris conduits de fumée (œillets, ruban adhésif, mastic...).
	Condensation	En l'absence d'écran de sous-toiture HPV, assurer une ventilation en sous-face de l'écran de sous-toiture ou de la couverture.
	Pont thermique	Prévoir un retour d'isolant en haut des refends sur une hauteur d'au moins 60 cm à l'interface avec le plancher haut.
	Etanchéité à l'air	Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations liées à la ventilation (œillets, adhésifs, mastic...).
	Etanchéité à l'air	Anticiper les passages de réseaux et prévoir des dispositifs adaptés de traitement d'étanchéité à l'air.
<b>Etape 2</b>		
Eau Chaude Sanitaire	Etanchéité à l'air	Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations liées aux réseaux (œillets, adhésifs, mastic...).
	Confort surconsommation	Mettre en place des dispositifs de réduction de consommation d'eau chaude (réducteur de débit par exemple).
Chauffage	Surconsommation	Le dimensionnement de l'appareil de chauffage doit être prévu par rapport au projet final. Prévoir l'utilisation d'appoint simple pour les états intermédiaires.

<sup>13</sup> Les calculs présentés ici se basent sur la méthodologie des anciennes étiquettes DPE en vigueur avant la réforme de 2021.

Détail des consommations par usage				
	Etat initial	Etape 1	Etape 2	Unité
Chauffage	319	94	55	kWhEP/m <sup>2</sup> SHON.an
Eau chaude sanitaire	34	34	16	
Refroidissement	0	0	0	
Eclairage	5	5	5	
Auxiliaires	1	4	4	
Total	360	137	80	
	34 091	12 988	7 559	kWhEP.an

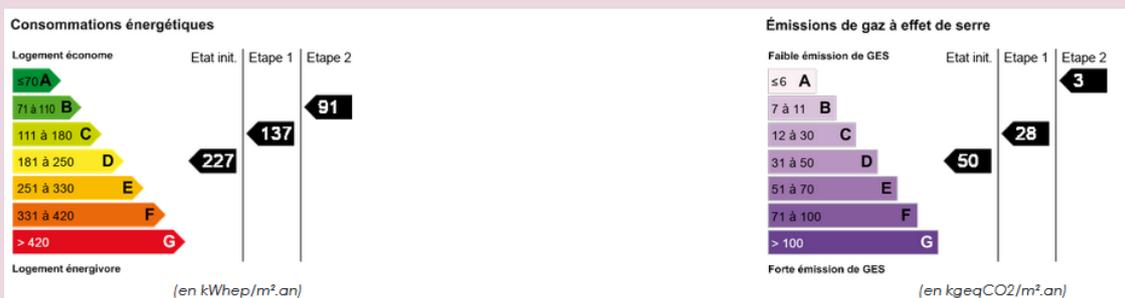
**Exemple 2 : Grand immeuble collectif, en zone urbaine, isolé ou en cité, en forme de barre, construit entre 1948 et 1974 situé en Côte d'Or**

Caractéristique du bâti : construction massive en en béton banché ou avec panneau préfabriqué, avec ou sans enduit extérieur. Taux de vitrage élevé. Menuiseries bois ou aluminium simple vitrage. Toiture terrasse. Avec sous-sol (parking). Sur rez-de-chaussée non chauffé.

Situation initiale : Sans isolation thermique.



La première étape de rénovation permet de passer d'une étiquette énergie D à une étiquette C<sup>14</sup> et de réduire de 40% les émissions carbone. La seconde étape permet de réduire encore davantage la consommation d'énergie conventionnelle, et, grâce au remplacement du système de chauffage et d'eau chaude sanitaire, d'arriver à un niveau résiduel d'émissions carbone.



**RECOMMANDATIONS DE TRAVAUX PAR ETAPES**

**Etape 1 :**

- Isolation Thermique des murs par l'Extérieur (tout type d'isolant accepté) avec revêtement extérieur ouvert à la vapeur d'eau (enduit avec Sd<2m), le R doit être  $\geq 4,4 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$ .
- Réfection de l'étanchéité et isolation de la toiture terrasse avec un isolant disposant des PV et DTA compatible en toiture terrasse le R doit être  $\geq 6,5 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
- Changement des menuiseries. Le Uw doit être  $\leq 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$

**Etape 2 :**

- Isolation projetée du plancher bas avec une laine minérale avec liant ou PUR avec une résistance thermique supérieure à  $3 \text{ m}^2/\text{K}/\text{W}$
- Installation d'une PAC Double Service  $\eta_s \geq 111\%$  (moyenne et haute température)  $\eta_s \geq 126\%$  (basse température) avec utilisation des émetteurs existants et Robinet thermostatique avec variation temporelle inférieure à 0,3 K
- Calorifugeage des réseaux hydrauliques (chauffage et ECS) en classe et isolation des points singuliers du réseau de chauffage et d'ECS en volume non chauffé, Avec : R isolant  $\geq 1,5 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$  (à T réseau = 50°C)

<sup>14</sup> Les calculs présentés ici se basent sur la méthodologie des anciennes étiquettes DPE en vigueur avant la réforme de 2021.

INTERACTIONS A TRAITER

Lots concernés	Risques	Traitements à prévoir
<b>Etape 1</b>		
Mur / Menuiseries	Pont thermique + étanchéité à l'air	Au niveau de la menuiserie, prévoir un retour d'isolant ( $R > 0,4 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ ) pour traiter le pont thermique (linteau, tableau & appui). Assurer l'étanchéité à l'air entre la nouvelle menuiserie et le mur. Les occultations seront adaptées à la nouvelle ITE et menuiseries.
Plancher Haut	Pont thermique + étanchéité à l'air	Si présence de pied droit, assurer la continuité de l'isolation du dispositif de traitement d'étanchéité à l'air. Si présence de lanterneau ou puit de lumière, réaliser une isolation des costières et un remplissage performant et relevé d'étanchéité. Réaliser un relevé du dispositif d'étanchéité à l'air (membrane, ruban adhésif, ...) au pourtour des éléments traversant. Prévoir un retour d'isolant en haut des refends sur une hauteur d'au moins 60 cm à l'interface avec le plancher haut.
Mur / Chauffage	Pont thermique intégré	Si réseaux existants, prévoir un dévoiement de ceux-ci pour ne pas réduire l'épaisseur de l'isolation à ces endroits.
	Etanchéité à l'air	Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations y compris conduits de fumée (œilletons, ruban adhésif, mastic...).
	Pont thermique	Prévoir un retour d'isolant en haut des refends sur une hauteur d'au moins 60 cm à l'interface avec le plancher haut.
	Mauvais fonctionnement de la ventilation	Etanchéification ou condamnation (sans désamiantage) des vides ordures s'ils débouchent dans le logement.
	Mauvais fonctionnement de la ventilation	S'assurer de l'étanchéité à l'air de la porte palière.
	Etanchéité à l'air	Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations liées à la ventilation (œilletons, adhésifs, mastic...).
Ventilation	Etanchéité à l'air	Anticiper les passages de réseaux et prévoir des dispositifs adaptés de traitement d'étanchéité à l'air.
<b>Etape 2</b>		
Plancher / Chauffage	Pont thermique intégré	Si réseaux existants, prévoir un dévoiement de ceux-ci pour ne pas réduire l'épaisseur de l'isolation à ces endroits.
Eau Chaude Sanitaire	Etanchéité à l'air	Prévoir l'utilisation d'accessoires adaptés pour le traitement de l'étanchéité à l'air des pénétrations liées aux réseaux (œilletons, adhésifs, mastic...).
	Confort surconsommation	& Mettre en place des dispositifs de réduction de consommation d'eau chaude (réducteur de débit par exemple).
Eau Chaude Sanitaire / Chauffage	Confort surconsommation	& Vérifier l'équilibrage du réseau d'ECS.
Chauffage	Surconsommation	Le dimensionnement de l'appareil de chauffage doit être prévu par rapport au projet final.

Détail des consommations par usage				
	Etat initial	Etape 1	Etape 2	Unité
Chauffage	122	42	15	kWhEP/m <sup>2</sup> SHON.an
Eau chaude sanitaire	61	61	49	
Refroidissement	0	0	0	
Eclairage	5	5	5	
Auxiliaires	2	6	6	
Total	189	114	76	
	2 387 771	1 438 979	955 111	kWhEP.an

## La production photovoltaïque

Un investissement dans le photovoltaïque ne doit pas se faire au détriment de ceux concourant à la baisse des consommations (isolation et changement de système pour un plus performant). Cet investissement peut même (en cas de positionnement des panneaux en toiture) être concomitant à des travaux d'isolation de la toiture.

La production photovoltaïque autoconsommée à l'échelle du logement permet de limiter la demande d'électricité du réseau et de réduire la facture énergétique. Sur le plan des émissions de carbone du bâtiment, son apport est non négligeable<sup>15</sup>.

Enfin la production photovoltaïque doit en priorité être utilisée pour couvrir le talon des consommations électriques (équipement en fonctionnement continu : froid notamment), les usages d'électricité spécifique pilotable (lave-vaisselle, lave-linge...) ou permettant de stocker l'énergie (mobilité, eau chaude sanitaire).

## 2.4. Adopter une vision globale de la performance

### 2.4.1. Intégrer les autres dimensions dans la rénovation (santé, précarité, qualité de l'air, biodiversité, adaptation au changement climatique...)

Afin de réussir la rénovation performante du parc de logements, il est nécessaire d'**adopter une vision globale des enjeux techniques liés au bâti**. La rénovation performante requiert des travaux d'ampleur, elle est donc l'opportunité de mutualiser les coûts en embarquant d'autres enjeux liés à la pérennité du bâti, la santé et sécurité des occupants (électricité, amiante, qualité de l'air intérieur, acoustique...). Elle doit également **prendre en compte d'autres enjeux environnementaux** : qualité de l'air extérieur (le renouvellement des équipements de chauffage domestique au bois permet de réduire fortement les quantités de polluants émis), biodiversité (maintien/création de gîtes pour servir d'habitat à la faune, végétalisation, révision de l'éclairage pour ne pas perturber les espèces nocturnes...), gestion durable de l'eau (réduction des puisages, stockage à la parcelle...), ou encore impacts du changement climatique (sécheresse, canicule, inondations, grêle...). Par ailleurs, une attention particulière doit être apportée au fait de **limiter l'impact environnemental de la rénovation** (ex : réemploi, gestion des déchets, préservation de l'habitat des espèces protégées lors des isolations, gestion intégrée des eaux pluviales...). Par ailleurs, la rénovation peut également être l'occasion de repenser la densité d'occupation du logement : en effet, un tiers des rénovations BBC font l'objet d'une extension. Or, au-delà de la consommation par mètre carré, il est important de garder en tête également la consommation globale du logement.

**D'autres enjeux et dimensions sont à prendre en compte, et notamment la santé et la sécurité des occupants, mais également leur confort** (se sentir bien chez soi, adapter son logement au vieillissement, avoir des dépenses énergétiques contrôlées et compatibles avec ses revenus...). Une rénovation qui préserve la santé des occupants et le bâti doit respecter les règles de l'art en matière de ventilation et de migration de vapeur d'eau dans les parois, afin d'éviter les phénomènes de condensation à l'origine de développements de moisissures et de pathologies diverses pour le bâti, qui sont également préjudiciables à la qualité de l'air intérieur et donc à la santé des occupants.

### 2.4.2. Adaptation au changement climatique : le bon moment pour agir

L'adaptation au changement climatique doit dès maintenant être embarquée lors des rénovations. Il s'agit à la fois d'exploiter les synergies entre rénovation énergétique et adaptation (ex : la géothermie qui permet d'assurer un confort d'été performant) et d'éviter les potentiels conflits (ex : ne pas planter un

<sup>15</sup> Le kWh produit par un module PV a des émissions directes nulles et indirectes égales à 44g s'il est produit en Chine, 32g s'il est produit en Europe et 25g s'il est produit en France. Ces émissions indirectes diminuent continuellement avec l'amélioration des technologies et l'amélioration des rendements des modules. Le contenu moyen du mix électrique (émissions directes) en France continentale était de 52g par kWh en 2022 (Base Empreinte®).

arbre dont les racines pourraient modifier l'équilibre hydrique des fondations trop près des murs). Parmi les enjeux d'adaptation, on peut citer :

- **Le phénomène de Retrait Gonflement des Argiles (RGA)**, lié à un accroissement de la variabilité de la teneur en eau des argiles avec les importants épisodes de sécheresse, peut générer des dégâts structurels majeurs sur les maisons individuelles. L'accélération du changement climatique expose chaque année de plus en plus de propriétaires à ce phénomène.
- **Le confort d'été** : l'isolation, la mise en place de protections solaires et de brasseurs d'air sont incontournables dès maintenant. Compte-tenu des évolutions du climat, le nombre de logements qu'il sera nécessaire de climatiser augmentera (du fait de leur caractère non traversant, de leur localisation sous des combles ou dans des îlots de chaleur urbain) sans qu'il ne soit possible à l'heure actuelle d'en identifier le nombre exact. Il faut donc anticiper pour que la consommation de climatisation soit la plus faible possible : d'une part via la rénovation performante qui contribue à améliorer le confort d'été tout en préservant les logements des vagues de froid encore probables dans un contexte de changement climatique, et, d'autre part, via la réduction des apports de chaleur des équipements (réfrigérateur, écrans...).

### Rénovation et « bouilloires thermiques »

La rénovation doit être l'occasion de mettre en place une stratégie de gestion des surchauffes. Celle-ci doit passer d'abord par **l'installation systématique de protections solaires extérieures**. **L'isolation des bâtiments** (par l'extérieur si possible pour préserver l'inertie du bâtiment) limite la quantité de chaleur entrante et permet de limiter l'inconfort. La **sur-ventilation nocturne** permet d'évacuer le surplus de chaleur, ce qui implique, d'une part, d'anticiper ce besoin lors de la conception des travaux (ex : en installant des moustiquaires en zone infestée pour ouvrir les fenêtres la nuit), et, d'autre part, la mobilisation des occupants (ex : ouverture des fenêtres la nuit). Les **brasseurs d'air** sont particulièrement efficaces, tout en limitant les consommations énergétiques (Peuportier & al, 2023).

Dans certaines zones (villes avec îlot de chaleur...) ou pour certains logements (non traversants, difficiles à ventiler la nuit...), des équipements spécifiques de refroidissement devront être envisagés : il faut donc les anticiper et déployer des systèmes actifs de rafraîchissement à haute efficacité énergétique (puits climatique, geocooling, PAC géothermiques, rafraîchissement adiabatique, double flux...) en intégrant dans la rénovation les systèmes d'émission de froids adaptés (soufflage d'air, ventilo-convecteurs, planchers rafraîchissants...).

## 2.5. Structurer le marché de la rénovation performante

### 2.5.1. Une offre limitée, qui reste à amplifier

L'offre désigne l'ensemble des biens et services nécessaires à l'atteinte de la performance par le logement. Elle inclue donc, outre les travaux eux-mêmes (et donc les entreprises du bâtiment), l'offre de biens émanant des industriels et celle de service associé à la conception et au suivi du projet, mais également à son financement.

A l'heure actuelle, **l'offre de travaux de rénovation performante comme d'accompagnement reste limitée**. Le dispositif RGE a permis, d'une part, d'identifier les entreprises compétentes désirant travailler sur le marché aidé et, de l'autre, de former de nombreuses entreprises au sujet de la rénovation énergétique. Les entreprises disposant de la mention RGE Rénovation Globale sont cependant très peu nombreuses (autour de 200). Par ailleurs, si leur dynamique est encourageante, les innovations techniques (ex : rénovation par système préfabriqué hors site de type EnergieSprong) ou organisationnelles (ex : groupements d'artisans) restent d'ampleur limitée. A 2030, les projections disponibles (ADEME-Build Up Skills 2, France Stratégie, négaWatt...) estiment que **le besoin supplémentaire de main d'œuvre dédiée aux travaux de rénovation énergétique performante s'établit**

entre 170 000 et 250 000 équivalents temps plein supplémentaires (selon les hypothèses et les scénarios considérés), soit un doublement par rapport aux 230 000 équivalents temps plein actuels<sup>16</sup>. A titre de comparaison, on estime qu'en 2021, la construction neuve occupe 350 000 ETP. Les besoins existent à tous les niveaux de la filière, de la conception jusqu'à la mise en œuvre puis l'exploitation (Paruelle et al, 2023).

Il est donc nécessaire de mettre en place un plan d'action permettant de s'assurer de la disponibilité de la main d'œuvre nécessaire à la rénovation sur l'ensemble du territoire. Pourront y figurer des actions comme les initiatives de communication envers les jeunes afin d'améliorer l'attractivité des métiers (ex : la Campagne « T'es Refait ») qui pourraient s'étendre à de nouveaux publics (en reconversion, demandeurs d'emploi...), mais également celles permettant de **gagner en qualité et productivité sur chantier** (ex : le hors site), d'**intégrer une main d'œuvre nouvelle** (l'auto-rénovation accompagnée permettrait notamment de favoriser le maintien en activité d'artisans proches de la retraite ou pallier l'indisponibilité des professionnels sur certains territoires), ou de **reconvertir une partie de la main d'œuvre actuellement dédiée à la construction neuve** (dans la mesure où cette activité sera amenée à ralentir dans le futur du fait notamment des évolutions démographiques). D'autres actions seront nécessaires pour répondre aux besoins.

#### L'auto-rénovation : une pratique à investir avec précaution

L'auto-rénovation désigne des pratiques dans lesquelles les ménages prennent une part plus ou moins importante à la réalisation des travaux. Elle recouvre une **diversité de pratiques** : auto-rénovation autonome, où le ménage réalise tout seul l'ensemble des travaux, auto-rénovation mixte où le ménage réalise certains des travaux et en confie d'autres à des entreprises, et l'auto-rénovation accompagnée (ARA) où le ménage engage des travaux qu'il a définis avec l'assistance de l'accompagnateur – souvent un artisan - et en réalise lui-même une partie (l'ARA peut avoir un caractère social ou militant). L'enquête TREMI de 2018 sur les gestes de rénovation en maison individuelle met en lumière le caractère très répandu de l'auto-rénovation : si 61 % des gestes de rénovation ont été réalisés par des professionnels uniquement, 6 % le sont en mixte professionnels et auto-rénovation, 18 % en auto-rénovation en ayant recours à des compétences professionnelles dans le bâtiment, présentes dans l'entourage, et 15 % en auto-rénovation sans compétence spécifique.

Concernant l'auto-rénovation sous ses différentes formes, il est nécessaire de **produire de la connaissance sur le niveau de qualité des gestes réalisés, sur les conditions de réalisation des chantiers et sur l'articulation possible avec les professionnels** pour mieux intégrer ces pratiques aux politiques publiques de rénovation.

L'**auto-rénovation accompagnée** présente un potentiel intéressant. Attractive pour les ménages souhaitant s'impliquer dans les travaux pour diverses raisons, parmi lesquelles la question financière est souvent loin d'être unique, son déploiement nécessiterait la mise en place d'un contrôle qualité systématique.

### 2.5.2. Structurer le marché autour de la performance et de la qualité

**Un renforcement du contrôle qualité des travaux, notamment dans le cadre du dispositif RGE semble incontournable.** Ainsi, il conviendrait d'augmenter significativement la proportion de contrôles sur chantiers et de la corréliser aux nombres de chantiers réalisés par les entreprises. L'inclusion, en cas de rénovation performante des contrôles portant sur les interfaces (étanchéité à l'air) et sur la ventilation (perméabilité des réseaux) paraît aussi incontournable pour les rénovations performantes. Des innovations devraient aussi voir le jour dans les procédures de contrôle afin de pouvoir contrôler également les chantiers en cours (en particulier pour l'isolation). Ce contrôle sur chantier pourrait être ouvert aux auto-rénovations afin de valider l'obtention des aides.

<sup>16</sup> Estimation du projet Build Up Skills 2. Ces estimations concernent seulement les besoins liés à la rénovation énergétique, et non l'ensemble des travaux d'entretien-amélioration des logements.

Même si des efforts considérables de formation ont été réalisés ces dernières années pour les professionnels du bâtiment actuels et en devenir (FEEBAT, formations aux énergies renouvelables...), **la formation reste centrale dans la stratégie de gestion de la main d'œuvre de la rénovation**. Il convient de continuer l'effort :

- En continuant à former l'intégralité des compagnons qui mettent en œuvre les systèmes et matériaux sur chantier afin que chaque geste de travaux soit réalisé dans le respect des règles de l'art et sans obérer les travaux d'autres corps d'état.
- En améliorant la formation sur les interventions en sites occupés.
- En s'assurant que les entreprises de maintenance des systèmes techniques soient en nombre suffisant et intègrent les compétences nécessaires à la mise au point des systèmes et au maintien de leur performance dans le temps.
- En insistant sur la coordination des gestes de travaux en une fois ou par étape, y compris dans le cadre de l'auto-rénovation accompagnée et en accompagnant les professionnels à la prise de compte des thématiques plus larges que celles de la rénovation énergétique (adaptation au changement climatique, gestion des déchets...).
- En massifiant la diffusion des programmes dédiés aux techniques d'isolation des matériaux dits anciens (pan de bois, pierre, terre...).

Au-delà de la qualité des travaux, une rénovation performante nécessite une conception et un suivi de chantier de qualité. **L'offre d'ingénierie (audit, maîtrise d'œuvre, contrôle qualité...) est encore insuffisante pour les secteurs de la maison individuelle et des copropriétés**. Résoudre la difficile équation qualité de l'offre et quantité de professionnels devra passer par :

- Des obligations et des financements au recours, pour les rénovations performantes, à une maîtrise d'œuvre qualifiée et compétente et à la réalisation des contrôles qualités indépendants indispensables (test d'étanchéité à l'air, contrôle de la ventilation...).
- Le développement d'offre intégrant un engagement contractuel sur la consommation de chaleur.

La confiance dans la réalité des économies d'énergie et la qualité des travaux est un des pivots de la montée en puissance du marché de la rénovation performante. Les connaissances acquises ces dernières années ont permis de **mieux comprendre les causes des décalages entre consommation estimée et consommation réelle** (incertitudes sur la situation avant travaux, caractéristiques des moteurs de calcul, qualité de mise en œuvre, modes d'occupation du logement, conditions climatiques, entretien des équipements...). Elles peuvent cependant être maîtrisées ou encadrées. **Cela permet d'envisager le développement de la garantie de performance**, c'est à dire la contractualisation sur un niveau de performance réel à atteindre post-rénovation.

Le modèle d'opérateurs ensemble en capacité de proposer une offre intégrant conception, travaux, ingénierie financière, financement et garantie de performance réelle doit être expérimenté. Son développement passera par **la définition d'un modèle de contrat de rénovation globale** garantissant au ménage ou à la copropriété un prix, un délai et un engagement sur la performance énergétique réelle atteinte après travaux. Les modes d'organisation autour de ce modèle doivent laisser la place à une diversité d'acteurs (maître d'œuvre, coopérative et groupements d'artisans, contractants généraux...). Ce modèle permettra de créer les bases de confiance nécessaires pour, d'une part rassurer les ménages et, d'autre part, assurer un financement par les acteurs bancaires, les aides publiques à la rénovation globale pourraient ainsi être conditionnées à de tels contrats.

### 2.5.3. Structurer la demande de rénovation performante par l'offre de d'accompagnement des ménages et copropriétés sur l'ensemble de leur projet.

La structuration du réseau France Renov et la création du dispositif MonAccompagnateurRénov<sup>17</sup> a permis ces dernières années de pouvoir proposer information, conseil et accompagnement à l'ensemble des ménages. **Toutefois l'accompagnement doit progressivement évoluer pour couvrir l'ensemble des dimensions d'un projet de rénovation (architectural, énergétique, climatique, santé, matériaux et déchets, adéquation au projet de vie du ménage, etc.), depuis la phase de réflexion en amont du projet jusqu'à la conduite des travaux, la prise en main des équipements et le contrôle post-travaux si nécessaire.**

**Par ailleurs, l'accompagnement des acquéreurs doit se faire systématiquement au moment de l'achat ou de l'extension d'un bien.** Ces moments sont effets l'opportunité d'entreprendre des travaux d'ampleur. Les acteurs de la transaction immobilière (agents immobiliers, notaires, syndics...) ont donc un rôle majeur à jouer.

**En maison individuelle, la prestation de maîtrise d'œuvre en phase chantier (suivi et réception) n'est aujourd'hui accompagnée ni financièrement ni par le réseau France Renov. Or, c'est un moment clef pour l'atteinte de la performance :** il s'agit d'épauler les ménages dans le suivi des travaux et de veiller au respect des règles de l'art (ex : sur les choix des matériaux, les modalités de stockage des isolants, qui auront une incidence sur leur niveau d'humidité et sur la qualité de l'air intérieur...) ainsi que de s'assurer des bons réglages à réception (loi d'eau des pompes à chaleur, température de stockage de l'ECS, VMC non équilibrées...). Il serait donc utile de systématiser, en cas de rénovation performante, le recours à un mode d'organisation (maîtrise d'œuvre, contactant général, groupement...) qui inclut un accompagnement du ménage pendant le chantier et la réception.

### 2.6. Des volumes d'investissement dédiés à la rénovation énergétique à élever à la hauteur des besoins

I4CE (2022a) estime à 19,8 milliards d'euros en 2021 l'investissement dans la rénovation des logements (émanant à la fois des pouvoirs publics et des propriétaires eux-mêmes), essentiellement consacrés à de la rénovation par geste. Pour atteindre les rythmes de rénovation nécessaires, ces sommes devraient être réallouées à de la rénovation performante et doublées pour atteindre d'ici 2030 un niveau annuel entre 38,4 et 43,4 milliards d'euros (selon le scénario considéré, en euros constants). A cela s'ajoutent les travaux indissociablement liés (finitions) et connexes (ex : mise aux normes électriques), qui peuvent représenter 50% du coût total des travaux (Effinergie, 2019), ou encore les besoins d'investissement dans l'adaptation des logements d'une part au changement climatique, qui font l'objet de premiers chiffrages sur des fourchettes variant entre 1 et une dizaine de milliards d'euros par an en fonction de la stratégie de gestion du risque de retrait-gonflement des argiles (I4CE, 2024), et d'autre part au vieillissement de la population (1,7 milliard d'euros par an d'ici 2030) (France Silver Eco et Filière Silver Economie, 2023). **Les logements français arrivent ainsi à un moment de leur histoire où l'investissement massif devient nécessaire pour éviter leur obsolescence.**

**Les volumes d'investissement nécessaires imposent de réfléchir à la répartition entre financements publics et privés.** Il serait nécessaire de mieux calibrer, ce qui, dans les volumes d'investissements à prévoir, relève des aides publiques (en incitations directes via des subventions ou indirectes via des prêts bonifiés), des fonds propres des ménages ou de leur contribution via l'endettement, ou encore d'apports de fonds privés par des investisseurs tiers.

### 2.7. Une offre de financement à adapter aux coûts importants de la rénovation performante

La rénovation performante représente un coût élevé, d'autant plus qu'elle n'entre pas dans la majorité des « rêves » et projets immobiliers des particuliers. Les travaux d'Effinergie (Effinergie, 2019, 2022) ont

---

<sup>17</sup> Il y a aujourd'hui 380 structures agréées, soit 2 900 Accompagnateurs Rénov.

permis d'estimer les prix d'une rénovation BBC (hors maîtrise d'œuvre) à 21 000 € hors taxe par logement en collectif, et 56 000 € en maison individuelle. Ces données seraient à mettre à jour pour prendre en compte les augmentations de coûts de ces dernières années<sup>18</sup>. D'une manière générale, un suivi annuel des prix et des coûts serait nécessaire.

Le financement de la rénovation pour les propriétaires occupants passe par une combinaison d'aides publiques (via des subventions directes de type MaPrimeRenov ou des prêts bonifiés comme les Eco-PTZ) et de financements privés. Les aides peuvent avoir un effet incitatif et/ou venir faciliter le bouclage d'un montage financier.

La rentabilité des rénovations énergétiques est fréquemment mise en avant pour justifier des investissements. Cependant, la notion de calcul de rentabilité appliqué à la rénovation énergétique recouvre une diversité de dimensions, monétaires ou non (recherche de confort, etc.), et la question de la rentabilité n'épuise pas les enjeux budgétaires d'une rénovation (au-delà de « est-ce rentable pour moi ? », d'autres questions se posent comme par exemple « est-il possible de financer les travaux dans les conditions d'emprunt actuelles ? »). **Pour cette raison, il convient de privilégier des approches permettant de viser non pas la rentabilité, mais la viabilité économique du projet.** En d'autres termes, **chercher l'équation permettant au projet d'être à la fois abordable** (les ressources pour financer les travaux doivent être obtenues (subventions) ou empruntées (prêts) de manière à limiter le reste à charge), **profitable** (les ménages doivent percevoir un bénéfice tangible, sous forme d'économies sur les factures, de confort, valeur verte, d'esthétique, justifiant les coûts des travaux) **et solvable** (les projets de rénovation ne doivent pas grever les revenus des ménages, ni les exposer au risque de surendettement) (I4CE, 2022b). Cela requiert une approche individualisée du plan de financement, des ressources et dépenses qui composent le budget mensuel des ménages pour apprécier leur capacité à contribuer au financement de leur projet.

L'augmentation des aides pour les rénovations performantes en 2024 permettra de baisser le reste à charge pour toutes les catégories de ménages. Néanmoins, **l'offre de financement actuelle ne propose pas de solution adaptée à la diversité des situations économiques des ménages :**

- Pour les ménages ayant une capacité d'endettement et une marge de manœuvre par rapport à leurs dépenses contraintes (le « reste à vivre »), les éco-PTZ sont les prêts les mieux adaptés. A l'heure actuelle, ils concernent encore majoritairement des financements par bouquets de travaux unitaires (pour lesquels le couplage avec MaPrimeRenov est organisé et donc facilité). Les évolutions prévues en 2024 permettant de rapprocher l'éco-PTZ avec le nouveau Parcours MaPrimeRenov Accompagné sont ainsi bienvenues.
- Pour les ménages modestes et très modestes, pour qui souscrire un prêt (ou en ajouter un à leur prêt immobilier existant) n'est pas envisageable, le reste à charge (c'est-à-dire la différence entre le montant des travaux de rénovation et les aides perçues) reste dissuasif malgré un taux d'aides financières plus élevé. Il représente souvent plus d'une année de revenus des ménages (I4CE, 2023). Toutefois les nouvelles modalités de MaPrimeRenov à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2024 permettent d'envisager un reste à charge de 10% pour certains ménages (hors aides des collectivités) et selon un plafond de travaux revalorisé pour prendre en compte le coût réel d'une rénovation d'ampleur selon des critères qu'il conviendra d'évaluer. L'impact de ces évolutions réglementaires devra également être analysé. Il est nécessaire d'aller vers **un reste à charge nul pour les ménages les plus précaires**, ce qui peut être assuré par des taux d'aide élevés, des financements complémentaires (notamment des collectivités locales), et en tout cas ne nécessitant pas de contracter un emprunt bancaire.

De plus, la temporalité du versement des aides peut freiner un projet de rénovation : le préfinancement des subventions est essentiel. Il est assuré par l'Anah pour les ménages modestes et très modestes. Enfin, le Prêt Avance Rénovation, remboursable in fine (à la vente du bien ou au décès de l'emprunteur, seul le remboursement des intérêts pouvant faire l'objet d'un remboursement progressif), garanti par une hypothèque et offrant la possibilité de recours au fonds de garantie pour la rénovation énergétique (mobilisé en cas de défaillance de l'emprunteur), est pensé comme une solution de dernier recours, et reste peu distribué.

---

<sup>18</sup> A titre indicatif, l'Indice des prix de l'entretien-amélioration des bâtiments (IPEA) pour le résidentiel s'établissait à 124,5 pour les bâtiments résidentiels fin 2022 (pour une base 100 en 2015) (INSEE, 2023)

Les **Sociétés de Tiers Financement**, par leur offre intégrée cumulant les compétences techniques et financières, ont démontré leur capacité à simplifier la démarche pour les particuliers, à assembler les ressources et à faire évoluer les règles du financement en matière de distribution de crédit. Elles procèdent généralement à une évaluation de la capacité de remboursement en intégrant notamment les économies d'énergie. Elles peuvent contribuer à faciliter l'intégration des différentes sources de financement adaptées aux besoins des maîtres d'ouvrage (lissage des flux de trésorerie, préfinancement des aides, gestion des prêts réglementés). **Leur développement doit donc être encouragé.**

Il existe des **pistes qui doivent être approfondies pour faciliter le financement par les acteurs bancaires**, et ce, afin notamment de qualifier les crédits affectés aux rénovations comme étant conformes à la taxonomie des activités durables et/ou à d'autres critères de durabilité plus spécifiques et favoriser le green asset ratio (ratio mesurant la part de production dite verte dans la production totale de l'année). Par ailleurs, il peut être utile de réduire le coût pour les banques de la mise en place d'une stratégie d'accompagnement volontariste du marché de la rénovation performante. Cela permettrait d'augmenter l'attractivité de cette activité pour les banques. Il s'agit aussi de mettre en place des systèmes de garantie mutualisée et des fonds de garantie spécifiques pour encourager la distribution de crédits. Enfin, il serait nécessaire de faciliter le contrôle de la sincérité et la conformité des informations et documents attestant la réalisation et la performance des travaux effectués.

## 2.8. Aligner les politiques publiques sur la performance

Les politiques publiques à destination de la demande comme de l'offre de rénovation recouvrent une diversité d'instruments : communication, information et conseil, incitations financières, réglementation (obligation, interdiction)... Sur le plan de la rénovation performante, les principales avancées de ces dernières années ont été l'introduction dans les aides financières de la possibilité de financer de l'ingénierie de projet (audit, MonAccompagnateurRenov) et de la rénovation performante. Au global, cependant, le corpus des politiques publiques de rénovation peine à créer les conditions de marché nécessaires à l'accélération de la rénovation performante. « *La politique publique de rénovation du bâtiment n'a pas su définir un modèle économique précis favorisant le recours à des opérations de rénovations performantes par les ménages* » (Estrosi Sassone et Gontard, 2023).

Par ailleurs, **de nombreuses obligations existantes** (travaux embarqués en copropriété, obligation de diagnostic Produits, équipements, matériaux et déchets...) **nécessitent d'être contrôlées**. La mise en place de l'accompagnement (financement, recrutement et formation des professionnels...) nécessaire à la mise en œuvre des obligations actuelles reste donc un défi.

Néanmoins, le développement de ce marché doit être appuyé par des politiques publiques permettant d'orienter la demande comme l'offre vers l'atteinte du plus haut niveau possible de performance. **C'est l'ensemble des instruments de politique publique qui doit être aligné sur l'objectif de performance.** Par exemple :

- **La communication doit avoir pour but de créer un imaginaire positif autour de la rénovation performante.**
- **Le dispositif d'information et de conseil France Renov doit évoluer pour, d'une part, prendre en compte des enjeux plus larges** (bâti ancien, adaptation au changement climatique<sup>19</sup>, qualité de l'air intérieur<sup>20</sup>, potentiel de réemploi des matériaux...), **et, de l'autre, orienter les ménages vers une première étape de rénovation en cohérence avec les exigences du label BBC rénovation.**
- Les **diagnostics** des logements doivent évoluer pour prendre en compte les sujets d'adaptation au changement climatique (ex : diagnostic Retrait Gonflement des Argiles). Concernant le confort d'été, un indicateur pourrait être intégré dans le DPE permettant de caractériser les « bouilloires thermiques » et de les intégrer dans les critères de décence d'un logement.
- **Les dispositifs de financement (aides financières et crédits) doivent inciter à un nombre d'étapes réduit et un ordonnancement pertinent, et s'assurer que les interfaces sont gérées au bon**

<sup>19</sup> Par exemple l'outil R4RE (Resilience for Real Estate, <https://www.resilience-for-real-estate.com>) ou les travaux autour du Diagnostic de Performance Resilience (<https://www.mrn.asso.fr/resilience/diagnostic-performance-resilience/>)

<sup>20</sup> La méthode ECRAINS® (Engagement à Construire pour un Air Intérieur Sain), développée pour la construction neuve, peut être adaptée à la rénovation.

moment, au risque que leur traitement tardif représente un coût prohibitif. Des dispositifs incitatifs pourraient être mis en place pour bonifier le financement de la deuxième et surtout troisième étape afin d'éviter de laisser des logements au milieu du parcours, et notamment dans le cas où des systèmes de production de chaleur hybrides sont mis en place à la première étape pour s'assurer de la suppression du système carboné après isolation. **Par ailleurs, le financement doit intégrer les différentes dimensions de la performance.** Par exemple, le financement des actions de prévention du Retrait-Gonflement des Argiles (trottoirs périphériques, géomembranes, écran anti racinaires...) est incontournable au risque de voir une partie des investissements dans la rénovation énergétique annihilés par les désordres créés par le phénomène.

- Selon la réglementation en vigueur, les rénovations des bâtiments classés F ou G selon l'article L.173-1-1 du Code de la Construction peuvent être considérées comme des rénovations performantes si, après les travaux, ils atteignent au moins la classe C et si les six catégories de travaux ont été étudiées. **L'ADEME préconise une révision de cette réglementation afin de restreindre la qualification de rénovation performante des logements qui n'auraient pas atteints les étiquettes A ou B après travaux aux seuls bâtiments pour lesquels des contraintes techniques, architecturales, patrimoniales ou des coûts manifestement disproportionnés par rapport à la valeur du bien peuvent être démontrés et justifiés.** L'atteinte des objectifs énergie-climat nécessite une baisse significative de la consommation d'énergie et des émissions carbone de ces logements. Par ailleurs, **une révision de la Réglementation Thermique sur l'existant doit être menée afin de les amener d'une part vers une réglementation environnementale** permettant de prendre en compte notamment le sujet du carbone des matériaux de construction ou encore le confort d'été et d'autre part de revoir la méthode de calcul pour la rendre plus robuste (projet CIBLE).

**L'articulation de dispositifs d'information et de financements autour de la performance a un potentiel important d'accélération de la rénovation performante.** Des initiatives locales pionnières articulant subventions complémentaires aux aides nationales pour limiter le reste à charge, avances et prêts bonifiés, guichet d'information et campagnes de communication ont par exemple permis de multiplier par 3,5 le rythme des rénovations performantes de maisons par rapport au rythme national (Desquinabo, 2024).

D'autres outils de politiques publiques que ceux existants peuvent être envisagés pour développer le marché de rénovation performante. **Envisager une obligation de rénovation généralisée lors des mutations nécessite que ce sujet soit instruit dans toutes ses dimensions,** pour en documenter les bénéfices et limites de façon transparente, ainsi que les conditions de faisabilité économique, technique et sociale.

Les objectifs de massification ne pourront être atteints que via une **phase transitoire de montée en puissance des dispositifs et des professionnels qualifiés.** Planifier au mieux cette phase avec une ligne pluriannuelle claire (avec augmentation progressive de l'offre comme de la demande) et l'accompagnement des acteurs est nécessaire. De la même façon, les évolutions réglementaires l'accompagnant doivent être définies et concertées suffisamment en amont de leur application pour permettre l'adaptation des professionnels concernés. Enfin, des dispositifs (notamment assurantiels) doivent être prévus pour gérer les contre-références inévitables générés par une montée en puissance rapide du marché de la rénovation performante.

## 2.9. Poursuivre la recherche, le développement et l'innovation

L'appui à la recherche, au développement, à l'innovation et à l'industrialisation est nécessaire pour :

- **Explorer les enjeux techniques encore peu documentés :** atteinte de la performance en logement collectif, adaptation au changement climatique, analyse du parc de bâtiments anciens et/ou patrimoniaux, développement de méthodes de mesure in situ des caractéristiques de l'enveloppe et des performances des équipements, manière d'aborder les bâtiments déjà partiellement isolés, qualité des travaux menés en auto-rénovation (accompagnée ou non), méthodologie de calcul du poids carbone de la rénovation...

- **Accompagner les innovations techniques et la normalisation**, notamment sur les PAC capables de s'adapter à des rénovations par étapes avec de fortes modulation de puissance (5 à 100%), les systèmes d'isolation par étape permettant de gérer les interfaces, la préfabrication des systèmes combinant isolation et ventilation, les systèmes de rafraîchissement peu consommateurs d'énergie (adiabatiques, brasseurs d'airs...) ou encore les systèmes de mesures de la performance réelle (à réception et en exploitation).
- Accompagner **les innovations organisationnelles, financières et juridiques** pour développer de nouveaux modèles d'affaires (par exemple les opérateurs ensembliers) permettant de fluidifier et accélérer le parcours des ménages, de faciliter le financement des projets (vente de droit à construire, revenus issus de la production d'électricité renouvelable, valeur verte, taxonomie...) et d'apporter de la confiance dans les économies d'énergies réelles.
- **Accompagner le développement de la production industrielle des produits** (bardages, isolants, menuiseries...), **des équipements et de leurs composants** (compresseurs de PAC, brasseur d'air...) **sur le territoire français.**
- **Intégrer la rénovation du logement à une échelle plus large (ilot, quartier) pour profiter des synergies avec les autres politiques notamment environnementales (qualité de l'air, densification, ZAN, réseau de chaleur...).** Enfin, l'innovation ainsi que la politique de rénovation doivent pouvoir se baser sur des **données accessibles à tous**. La mise en open data de l'ensemble des DPE réalisés a permis de faire progresser l'écosystème sur la connaissance du parc. Les initiatives (Base de Données Nationale du Bâtiment, Observatoire National des Bâtiments...) qui croisent des données nombreuses vont dans le même sens, et doivent être complétées par tout type d'information (données sur les travaux aidés...) qui permettent d'accroître la connaissance sur l'évolution du parc.

## Références

- ADEME (2018), [Enquête TREMI, Travaux de Rénovation Énergétique des Maisons Individuelles, Campagne 2017](#)
- ADEME (2021a), [Transition\(s\) 2050. Choisir maintenant. Agir pour le climat](#)
- ADEME (2021b), [Rénovation performante par étapes, Étude des conditions nécessaires pour atteindre la performance BBC rénovation ou équivalent à terme en logement individuel](#)
- ADEME (2022a), [Travaux par étapes : les points de vigilance](#)
- ADEME (2022b), [Financer la rénovation énergétique performante des logements, Propositions d'orientation des politiques publiques \(2022-2027\) pour un parc "BBC rénovation" ou équivalent en 2050](#)
- ADEME (2024), [Traduction en étiquette DPE du parc de logements des scénarios Transition\(s\) 2050](#)
- ADEME (2024b), [Essais de performance de pompes à chaleur air/eau, à paraître](#)
- ADEME, TBC innovations, JIMENEZ Christel, MARQUET Sarah (2023), [L'auto-rénovation accompagnée. Impacts et perspectives économiques pour les entreprises du bâtiment](#)
- ADEME, C MBET, Lionel, BOUALLALA, Souad (2021), [ECRAINS® : engagement à construire pour un air intérieur sain, une approche préventive de la santé dans le bâtiment](#)
- ADEME, IDDRI (2022), [Réussir le pari de la rénovation énergétique](#)
- Anah (2022), [Chiffres clés de l'Anah 2022](#)
- Anah (2023), [Chiffres clés de l'Anah 2013](#)
- Cerema (2023), [Prise en compte du carbone dans les projets de rénovation. Etat des lieux et pratiques actuelles en France](#)
- Desquinabo, N. (2024), [Rénovation énergétique : stratégies pour un changement d'échelle avec les villes moyennes](#), Note d'auteur pour la Fabrique de la Cité
- Effinergie, Observatoire BBC (<https://www.observatoirebbc.org/>)
- Effinergie (2019), [Les bâtiments rénovés à basse consommation](#)
- Effinergie (2022), [Les logements collectifs rénovés à basse consommation](#)
- Effinergie (2023), [Tableau de bord des labels, Observatoire BBC – 4ième trimestre 2022](#)
- Effinergie (2024), [Label BBC Effinergie rénovation règles techniques](#)
- Enertech, (2021), [Perf in mind : rénovation performante de maisons individuelles. Analyse multicritère énergie, confort, santé, satisfaction, coût](#)
- Estrosi Sassone, D., Gontard, G. (2023). [Rénovation énergétique des logements : relever le défi de l'accélération](#). Rapport de commission d'enquête Rénovation énergétique
- France Silver Eco, Filière Silver Economie, (2023), [Etude d'impact économique de la politique d'adaptation des logements en faveur des séniors](#)
- CGDD (2022), [Rénovation énergétique des logements : des bénéfices de santé significatifs](#)
- I4CE (2022a), [Panorama des financements climat, Edition 2022](#)
- I4CE (2022b), [Quelles aides publiques pour la rénovation énergétique des logements ?](#)
- I4CE (2023), [La transition est-elle accessible à tous les ménages ? Analyse des aides publiques pour investir dans la rénovation performante des logements et la mobilité électrique](#)
- I4CE (2024), [Anticiper les effets d'un réchauffement de +4°C : quels coûts de l'adaptation ?](#)
- INSEE (2023), [Indice des prix de l'entretien-amélioration des bâtiments – Résidentiel](#)
- Médiateur National de l'Énergie (2023), [Baromètre énergie-info 2023](#)
- ONRE (2023), [Les rénovations énergétiques aidées du secteur résidentiel entre 2016 et 2020. Résultats provisoires](#)
- PARELLE Amaury, LE GOFF Marie, ARNAUD Baptiste, TRANSITIONS Développement Durable, SAÏDI Saghar, HAEUSLER Laurence, IN NUMERI, PARC Julien, BEL Charlotte, SARREBOURSE Tom, POUGET Consultants, MARQUET Sarah, ANDORNO Émilie, ADEME. 2023. [Build Up Skills 2 – Transition écologique du bâtiment : Diagnostic des besoins en emplois, métiers et compétences jusqu'en 2030. Cofinancé par l'Union européenne.](#)
- PEUPOORTIER Bruno, MONNIER Robin et SCHALBART Patrick, ARMINES, LEMONSU Aude et LEROY Benjamin, CNRM, FRANÇOIS Eric, WURTZ Etienne et OUVRIER-BONNAZ Ophélie, CEA-INES, ZIV Nicolas, Resalliance, SERODIO Eduardo, THIERS Stéphane et PIONNIER Robin, IZUBA Energies 2023. [Résilience – Rapport final, résultats](#)
- Pouget Consultants, 2023a, [Étude sur les freins et les leviers à la diffusion de la pompe à chaleur en logement collectif](#)
- Pouget Consultants, 2023b, [Etude sur l'impact carbone des rénovations énergétiques, Etude pour le compte de l'ANAH](#)
- Rénovons collectif, Ile de France Energies, Enertech (2023), [Etude sur la performance énergétique des copropriétés rénovées](#)
- RTE (2023), [Bilan prévisionnel. Édition 2023. Principaux résultats](#)
- SDES (2023), [Le parc de logements par classe de performance énergétique au 1<sup>er</sup> janvier 2023](#)
- SDES (2024), [Les logements dans les périmètres de protection patrimoniale](#)
- UniClima (2024), [Bilan 2023 et perspectives 2024 des industries thermiques, aérauliques et frigorifiques](#)

L'ensemble des conseils pratiques de l'ADEME sur la rénovation énergétique des logements sont à retrouver sur : <https://agirpoulatransition.ademe.fr/particuliers/maison/travaux>

